

ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ В ПРИСТРОЯХ НВЧ

*Головін В. А., к. т. н., доцент; Романенко Т. В., магістр
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна*

Використання сучасної компонентної бази для побудови пристроїв НВЧ практично неможливе без побудови вбудованих систем на основі мікроконтролерів (МК).

Провідні виробники Hittite Microwave, MACOM Technology Solutions, G. T. Microwave, Analog Devices пропонують широку номенклатуру перемикачів, атенюаторів, фазообертачів, синтезаторів, DDS та інших пристроїв з цифровим керуванням.

В залежності від кількості біт в словах керування пристроями інтерфейс будується в паралельній або послідовній моді, або, при малій довжині керуючого слова, надається два види передачі даних — послідовна і паралельна. Вибір необхідного інтерфейсу диктується вимогами до швидкодії та можливостями побудови паралельних каналів на платах НВЧ пристроїв.

Для передачі даних широко використовується послідовний інтерфейс на основі стандарту SPI з трьохпроводовою шиною. Поширені пристрої з однопроводовою шиною 1-Wire та двохпроводовою I2C (TWI) / SMBus. Також є пристрої, режим роботи яких визначається рівнем постійної напруги на керуючих входах.

Для рішення задач встановлення режиму роботи та таких компонент та зміни режиму роботи використовують малі вбудовані системи. Малий клас вбудованих систем зазвичай не володіє своєю власною операційною системою і керуюча програма працює з апаратним забезпеченням безпосередньо. В МК поряд з основними компонентами розміщені такі допоміжні вузли, як тактовий генератор, таймер, контролер переривань, цифро-аналоговий і аналого-цифровий перетворювачі, порти вводу-виводу. Застосування однокристальних МК дозволяє перенести основні витрати, пов'язані з розробкою вбудованих систем керування, з апаратної в програмну область.

Провідні фірми-виробники, такі як Atmel Corporation, Microchip Technology, STMicroelectronics, Texas Instruments, випускають величезну номенклатуру МК, що дозволяє підібрати мікроконтролер для оптимального вирішення задачі.

Основний клас задач які вирішуються вбудованими системами:

- вимірювання та калібрування характеристик пристроїв,
- встановлення та зміна режимів роботи пристроїв,
- автоматичне підтримання заданих параметрів (системи автоматичного регулювання).

Встановлення заданого режиму роботи може бути одноразове при вмиканні пристрою, вибиратись в процесі роботи за допомогою кнопок або від-

далене керування за допомогою команд. Часто команди віддаленого керування і дані передаються через коаксіальний кабель, по якому передаються необхідні ВЧ сигнали, а також напруга живлення. Наявність RF модулів дозволяє побудувати дуплексну систему передачі команд та даних. Для передачі команд та даних для автономних блоків НВЧ можливо використання RF модулів, модулів WiFi, Bluetooth, а також модулів мережі Ethernet.

Пристрої ВЧ, особливо побудовані на основі діодів [1], мають нелінійні характеристики, що вимагає вимірювання, побудови табличних характеристик або розрахунку коефіцієнтів функцій апроксимації та збереження цих даних в пам'яті. Стенд (рис. 1) надає можливість калібрування як автоматично так і в ручному режимі.

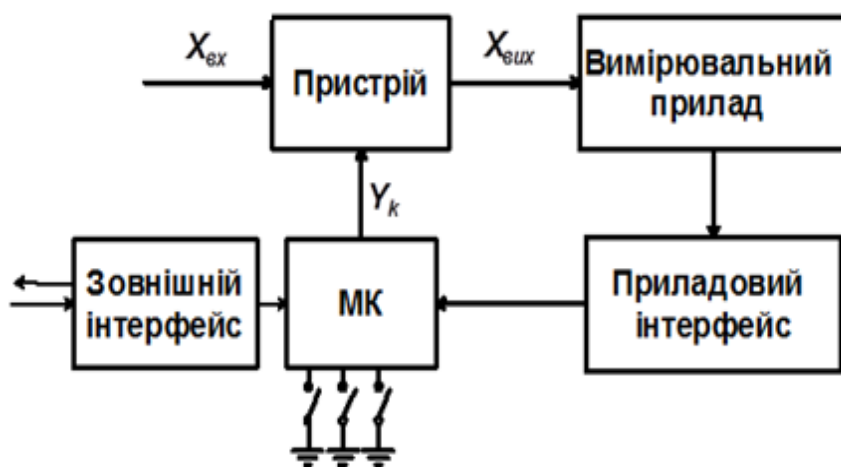


Рисунок 1. Структурна схема

В ручному режимі «Приладовий інтерфейс» відсутній, а керування пристроєм виконується оператором з допомогою кнопок. Кнопки використовуються для зміни Y_k : збільшення, зменшення, запис в пам'ять. $Y_k(p)$ — це сигнал керування, де p може приймати різні значення в залежності від схемної та програмної реалізації. (Значення коду на шині керування пристроєм, на вході ЦАП, значення лічильника ШИМ). Підпрограма калібрування запускається під час утримання однієї з кнопок в замкнутому стані при вмиканні живлення.

Для автоматичної калібрування необхідно розробити «Приладовий інтерфейс», окрему плату з МК, програмним забезпеченням, драйверами для роботи з різними вимірювальними приладами та протоколом обміну даними з МК пристрою.

Програма, яка реалізує визначення коефіцієнтів калібрування, може бути вбудована в МК пристрою або в плату інтерфейсу.

Попередньо визначають межі зміни $X_{вих}$ в діапазоні змін $Y_k(p)$, точніше діапазону перестройки p . В залежності від виду функції $X_{вих} = f(Y_k(p))$ вибирається кількість точок N , в яких проводять вимірювання, та заноситься в пам'ять МК таблиця значень $X_{вих}$ де $i = 1, 2, \dots, N$. Задача визначення p_i в N точках формується як задача оптимізації:

$$\min_{p \in D} \sum_{i=1}^N \left(X_{\text{вих}_i} - X_{n_i} \right)^2,$$

де $X_{\text{вих}_i} = f(Y_k(p_i))$, X_{n_i} — показання вимірювального приладу.

Після рішення задачі, визначений вектор параметрів p_i зберігається в енергонезалежній пам'яті МК і використовується в командах керування.

Точність рішення задачі мінімізації залежить від вибраної розрядності керуючого параметру p та ЦАП, ШИМ, якщо керування виконується постійною напругою. Для МК розрядність вибирається в межах 8–16 біт, а значення X_{n_i} вибирають в діапазоні цілих чисел. При малих значеннях N виконується кусочно-лінійна апроксимація функції $X_{\text{вих}} = f(Y_k(p))$.

В залежності від вимог до пристроїв НВЧ вибираються МК та алгоритми калібрування характеристик.

Перелік посилань

1. Алан Б. Андерсон. К вопросу о внутренней установке нуля и калибровке в датчиках ВЧ мощности.: Компоненты и технологии. — 2006. — №1 — С.150—152.

Анотація

Розглянуті вбудовані системи НВЧ пристроїв з компонентами, які мають керування цифровими та аналоговими сигналами. Запропоновано алгоритми «ручної» та автоматичної калібровки з розміщенням програм як в МК пристрою так і на платі інтерфейсу.

Ключові слова: вбудовані системи, НВЧ, калібровка.

Аннотация

Рассмотрены встроенные системы СВЧ устройств с компонентами, которые управляются цифровыми и аналоговыми сигналами. Предложены алгоритмы «ручной» и автоматической калибровки с размещением программ, как в МК устройства так и на плате интерфейса.

Ключевые слова: встроенные системы, СВЧ, калибровка.

Abstract

The considered embedded systems are microwave devices with components that is managed digital and analog signals. The algorithms proposed of «hand» and automatic calibration with placing of the programs, as in MC of device so on the interface board.

Keywords: embedded systems, microwave, calibration.